

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Kopi

Salah satu sumber yang dapat memajukan devisa di Indonesia serta memiliki peranan penting dalam memajukan industri perkebunan di Indonesia adalah tanaman kopi (Ditjenbun, 2010). Tanaman kopi telah mengambil peranan penting sebagai sumber penghasilan bagi 1,5 juta jiwa petani kopi di Indonesia (Rahardjo, 2012). Salah satu daerah yang memiliki tingkat produksi kopi yang cukup banyak adalah Sulawesi Tengah. Pada tahun 2012, produksi kopi jenis robusta di Sulawesi Tengah mencapai 4.626 ton (BPS, 2013).

Tanaman kopi mempunyai batang tegak, bercabang, dan tingginya bisa mencapai 12 m. kopi mempunyai sistem percabangan yang agak berbeda dengan tanaman lain. Tanaman ini mempunyai beberapa jenis cabang yang sifat dan fungsinya berbeda. Cabang yang tumbuhnya tegak dan lurus disebut cabang reproduksi. Cabang ini berasal dari tunas reproduksi yang terdapat di setiap ketiak daun pada cabang utama atau cabang primer. Cabang ini memiliki sifat seperti batang utama. Jika batang utama mati, fungsinya dapat digantikan oleh batang reproduksi. Cabang yang tumbuh pada batang utama atau cabang reproduksi dan berasal dari tunas primer disebut sebagai cabang primer. Setiap ketiak daun hanya mempunyai satu tunas primer. Jika batang mati, di tempat tersebut tidak dapat tumbuh cabang primer lagi. Adapun cabang yang tumbuh pada cabang primer dan berasal dari tunas sekunder disebut cabang sekunder. Cabang ini mempunyai sifat seperti cabang primer sehingga dapat menghasilkan bunga. Tanaman kopi berbunga setelah berumur sekitar

dua tahun. Buah muda berwarna hijau. Jika sudah tua, kulitnya menguning lalu menjadi merah tua. Waktu yang diperlukan sejak terbentuknya bunga hingga buah menjadi matang sekitar 6-11 bulan, tergantung jenis dan faktor lingkungan (Suwanto dan Octavianty, 2010).

Kopi termasuk tanaman yang menghasilkan limbah hasil sampingan yang cukup besar dari hasil pengolahan. Limbah sampingan tersebut berupa kulit kopi yang jumlahnya berkisar antara 50 - 60 persen dari hasil panen. Bila hasil panen sebanyak 1000kg kopi segar berkulit, maka yang menjadi biji kopi sekitar 400-500kg dan sisanya adalah hasil sampingan berupa kulit kopi. Limbah kulit kopi belum dimanfaatkan petani secara optimal. Padahal kulit kopi bisa dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk kompos (Puslitkoka, 2005) dan bisa digunakan sebagai pakan karena kulit kopi mempunyai pencernaan protein sebesar 65% dan 51,4% untuk kulit biji (Azmi dan Gunawan, 2006).

Pengolahan kopi secara basah ataupun kering akan menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan di sekitarnya. Pada proses pengolahan secara basah, kulit buah dan kulit tanduk adalah limbah padat yang dihasilkan pada proses pengupasan buah dan t penggerbusan (hulling). Produksi kopi dapat menghasilkan limbah kulit mencapai 28,7 % (Parani dan Eyini, 2010).

Menurut Zainuddin dan Murtisari (1995) LKP mengandung protein kasar 10,4%; lemak 2,13%; serat kasar 17,2% (termasuk lignin); abu 7,34%; kalsium 0,48%; posfor 0,04%, dan energi metabolis 14,34 MJ/kg. Namun demikian, Zainuddin dan Murtisari (1995) menyatakan bahwa LKP mengandung antinutrisi berupa senyawa kafein 1,3% dan tanin 8,5%. Ditinjau dari teknik pemanfaatannya

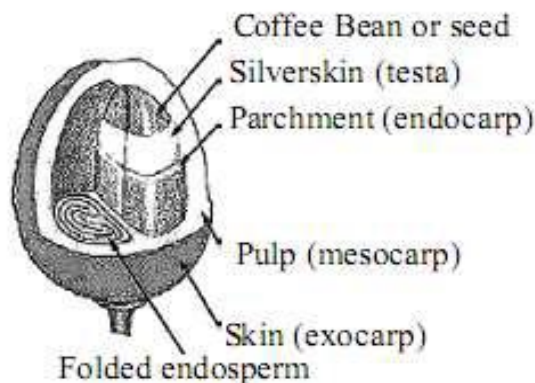
sebagai komponen pakan ternak ruminansia kecil beberapa peneliti mempunyai pendapat yang tidak seragam. Sebagai contoh, Guntoro *et al.* (2004)

Limbah padat yang dihasilkan dari pengolahan kopi berasal dari kulit buah kopi, daging buah, serta kulit ari dan kulit tanduk biji tersebut. Limbah padat yang dihasilkan mengandung kadar air yang cukup tinggi karena pada proses pengolahan kopi adanya pencampuran dengan air, sehingga jumlah limbah padat dapat mencapai 630 kg/ha (Ridwansyah, 2003) komposisi kimia kulit kopi ditunjukkan pada table 2.1 berikut

Tabel 2.1 Kandungan kimi Limbah Kulit Kopi

Komponen kimia	Kadar (%) pulp	Kadar (%) cangkang
Abu	4	1
Lignin	32	53
Selulosa	22	20
Hemiselulosa	14	16
Hot water soluble	28	10
Kadar air	84	12

(sumber: Ridwansyah 2003)



Gambar 1. Morfologi buah kopi (Endeen et al., 2002)

Proses pengolahan kopi dibedakan menjadi dua yakni proses kering dan proses basah. Pada cara kering pengupasan daging buah, kulit tanduk dan kulit kulit ari dilakukan setelah kopi kering, sedangkan pada proses basah, pengupasan buah dilakukan sewaktu kulit kopi masih basah (Ridwansyah, 2003).

Kopi menghasilkan limbah padat berupa kulit buah/pulpa kopi (Gambar 2) pada proses pengupasan buah (pulping) dan kulit tanduk pada saat penggerbusan (hulling). Limbah pulpa kopi dapat mencapai 28,7% dari produksi kopi (Parani, 2010). Jika produksi kopi pada tahun 2008 mencapai 683 ribu ton (Deptan, 2009) maka limbah pulpa kopi mencapai 196,2 ribu ton.



Gambar 2. Pulpa kopi

Limbah pulpa kopi yang berlimpah tersebut hingga kini belum dimanfaatkan secara optimal. Umumnya pulpa kopi hanya ditumpuk di sekitar lokasi pengolahan, sehingga menimbulkan bau busuk dan cairan yang mencemari lingkungan. Sementara ini, pulpa kopi baru dimanfaatkan sebagai pupuk kompos, bahan baku biogas, media tanam jamur, pakan ternak, karbon aktif dan produksi bioetanol (Rathinavelu, Grazioni, 2005).

Bioaditif

Cairan rumen merupakan salah satu limbah rumah potong hewan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber mikroorganisme dalam proses fermentasi. Cairan rumen erat kaitannya dengan bolus yang diartikan sebagai isi rumen yang sempat dicerna tetapi belum dimanfaatkan oleh ternak yang bersangkutan (Sutardi, 1978). Zat-zat pakan yang terkandung dalam cairan rumen adalah SK, karbohidrat dan PK yang bermanfaat bagi kehidupan mikrobial (Arora, 1989). Cairan rumen dapat diperoleh dari proses penyaringan isi rumen (Soewardi, 1974 Kandungan nutrisi isi rumen sapi mengandung BK sekitar 12,50%, PK 11,58%, SK 24,01%, EE 3,01%, dan ekstrak tanpa nitrogen (ETN) 54,68% (Utomo *et al*, 2007)

Mikroorganisme rumen utamanya bakteri, protozoa dan jamur berperan dalam hidrolisis pati yang terkandung di dalam pakan dan dinding sel polisakarida tanaman, sehingga menghasilkan glukosa, VFA, CO₂ dan H₂ (Miller, 1995). Ternak ruminansia memanfaatkan asetat, propionat, butirat, dan biomassa mikrobial sebagai prekursor proses biosintesis dan merupakan sumber energi dan sumber asam amino (Miller *et al.*, 2002).

Inokulasi mikroorganisme campuran ke dalam rumen dapat memanipulasi pencernaan pakan dan kondisi dalam rumen. Zat-zat pakan dalam bahan pakan oleh mikroorganisme rumen difermentasi menjadi VFA dan amonia (NH₃) (Tampoebolon, 1997). Domba dan kambing memiliki perut majemuk yaitu rumen, retikulum, omasum dan abomasum sehingga dapat menggunakan pakan yang berserat tinggi dan pencernaan pakan sebagian besar terjadi di perut depan (*reticulo-rumen*)

yang dilaksanakan oleh mikroorganisme, utamanya bakteri dan protozoa (Tomaszewska *et al.*, 1993).

Biosuplemen ini adalah hasil fermentasi dengan pemanfaatan limbah rumen sebagai produk suplemen terbukti mampu meningkatkan kualitas dan pencernaan *in-vitro* ransum berbasis limbah non konvensional (Mudita *et al.*, 2009-2010; Rahayu *et al.*, 2012; Dewi *et al.*, 2013). Hasil penelitian Mudita *et al.* (2009-2010) menunjukkan pemanfaatan 5-20% limbah cairan rumen menjadi produk biosuplemen mampu menghasilkan biosuplemen dengan kandungan nutrisi dan populasi mikroba tinggi. Pemanfaatan biosuplemen tersebut juga mampu menurunkan kadar serat kasar, meningkatkan kadar protein dan pencernaan *in vitro* bahan kering dan bahan organik ransum asal limbah. Rahayu *et al.* (2012) mengungkapkan isi rumen kerbau, sapi dan/atau domba dapat dijadikan starter fermentasi kering melalui penambahan 30% dedak padi melalui proses inkubasi dan pengeringan terkendali dengan populasi total mikroba yang cukup tinggi. Sanjaya (1995) Potensi pemanfaatan limbah isi rumen sapi bali sebagai biosuplemen sangat tinggi mengingat limbah isi rumen sapi bali kaya *nutrient ready available*, enzim dan mikroba pendegradasi serat serta probiotik. Potensi pemanfaatan limbah isi rumen sapi bali sebagai biosuplemen sangat tinggi mengingat limbah isi rumen sapi bali kaya *nutrient ready available*, enzim dan mikroba pendegradasi serat serta probiotik (Suardana *et al.*, 2007; Mudita *et al.*, 2009-2012; Partama *et al.*, 2012)

2.3 Mikroba Rumen sebagai starter

Rumen merupakan bagian terbesar pada saluran pencernaan ruminansia. Di dalam rumen dan retikulum terdapat mikroba dan merupakan alat pencernaan

fermentatif dengan kondisi anaerob, suhu 39 °C dan Ph 6-7 (Sutardi, 1978). Menurut Wahyudi dan Hendrianingsih (2004) dari hasil laporan penelitian menemukan 3 spesies mikroba selulolitik yang terdiri dari ruminococcus albus, fibrobacter sucinogenes dan butyri-fibrio fibriosolvens yang berasal dari cairan rumen. Mikroba di dalam rumen terdiri atas bakteri (10^{10} - 10^{11} sel/gram isi rumen), protozoa (10^5 - 10^6 sel/ml cairan rumen). Bakteri tersebut memiliki karakteristik menimbulkan kondisi anaerob dan hanya dapat hidup di kisaran pH 6-7.

Bakteri rumen dapat berperan dalam mendegradasi sejumlah kecil bahan toksik yang terdapat dalam pakan atau bahan toksik yang berasal dari hasil metabolisme. Bahan toksik yang berasal dari tanaman dapat didegradasi oleh mikroba anaerob yang spesifik. Acacia sp, adalah toksik terhadap bakteri rumen pencerna serat, yaitu ruminococcus sp, (El hasan *et al*, 1995)

Di dalam rumen ternak ruminansia terdapat mikrobial, yang terdiri dari protozoa, bakteri dan fungi (Sudaryanto, 2002). Salah satu kelompok bakteri yang sangat penting di dalam rumen adalah bakteri selulolitik. Enzim selulase yang dihasilkan bakteri selulolitik mampu memecah selulosa sehingga ternak ruminansia dapat hidup dengan hijauan berkualitas rendah (Arora, 1992)

Populasi bakteri pada usus besar dan feses ternak ruminansia termasuk golongan spesies bakteri yang juga terdapat di dalam rumen, yaitu termasuk dalam famili *Bacteriodes*, *Fusobacterium*, *Streptococcus*, *Eubacterium*, *Ruminococcus* dan *Lactobacillus* (Omed *et al.*, 2000)

Pada sistem pencernaan ternak ruminnsia terdapat suatu proses yang disebut memamah biak (ruminansi). Pakan berserat (hijauan) yang dimakan ditahan untuk

sementara di dalam rumen. Pada saat hewan beristirahat, pakan yang telah berada dalam rumen dikembalikan ke mulut (proses regurgitasi), untuk dikunyah kembali (proses remastikasi), kemudian pakan ditelan kembali (proses redeglutasi). Selanjutnya pakan tersebut dicerna lagi oleh enzim-enzim mikroba rumen (Tillman *et al.*, 1991).

Mikroorganisme rumen utamanya bakteri, protozoa dan jamur berperan dalam hidrolisis pati yang terkandung di dalam pakan dan dinding sel polisakarida tanaman, sehingga menghasilkan glukosa, VFA, CO₂ dan H₂ (Miller, 1995). Ternak ruminansia memanfaatkan asetat, propionat, butirat, dan biomasa mikroba sebagai prekursor proses biosintesis dan merupakan sumber energi dan sumber asam amino (Miller *et al.*, 2002).

Slurry

Bio-slurry di dapatkan dari akhir pengolahan limbah berbau kotoran sapi yang berbentuk padat dan cair yang sangat bermanfaat sebagai sumber nutrisi. Bio-slurry juga mengandung mikroba probiotik (Hartanto dan Putri, 2013) Bio-slurry mengandung nutrisi utama (makro) yaitu seperti nitrogen, fosfor dan kalium (N, P, dan K) dan nutrisi pelengkap (mikro) seperti magnesium (Mg), kalsium (Ca), dan sulfur (S).

Bio-slurry mengandung nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Nutrisi makro yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak seperti Nitrogen (N), Phosphor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S). Serta nutrisi mikro yang hanya diperlukan dalam jumlah sedikit seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn).

Bio-slurry adalah bahan kompos terbaik karena mengandung mikroorganisme dalam jumlah cukup untuk membantu penguraian limbah organik. Bio-slurry sendiri tidak perlu diuraikan karena sudah mengalami fermentasi. Namun, untuk efektifitas penggunaan dan meningkatkan kualitas pupuk, Bio-slurry bisa dibuat menjadi kompos dan disimpan.

Ada banyak manfaat tambahan dengan mengolah Bio-slurry menjadi kompos diantaranya:

- Gulma, sampah rumah tangga dan dapur, serta limbah pertanian lain dapat dimanfaatkan.
- Kandungan air dalam Bio-slurry diserap oleh bahan organik kering atau sisa pakan hewan.
- Nutrisi tanaman pada Bio-slurry dapat dipertahankan sehingga kualitas pupuk lebih baik.
- Jumlah bahan organik dapat ditingkatkan.
- Kandungan bahan organik di dalam tanah dapat ditingkatkan dengan penggunaan kompos Bio-slurry dan erosi tanah dapat dikurangi.
- Produksi tanaman dapat ditingkatkan dengan menekan pemakaian pupuk buatan/kimia

Bio-slurry mengandung nutrisi utama (makro) yang diperlukan oleh tanaman seperti nitrogen, fosfor dan kalium (N, P, dan K) dan nutrisi pelengkap (mikro) seperti magnesium (Mg), kalsium (Ca), dan sulfur (S). Keuntungan dalam pemanfaatan *bio-slurry*, selain menambah unsur hara juga dapat memperbaiki

struktur tanah. Tanah yang diberi *bio-slurry* mudah mengikat nutrisi dan air serta dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Tim Biogas Rumah, 2012).

2.5 pH

Faktor pH sangat berpengaruh pada dekomposisi anaerob, karena pada rentang pH yang tidak sesuai mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan dapat menyebabkan kematian yang pada akhirnya dapat menghambat perolehan gas metan, pH yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8-7,8 (Simamora, *et al* 2006)

Prosedur pengujian pH dilakukan dengan mengukur suhu sampel terlebih dahulu. Kemudian mengatur suhu pH meter pada suhu terukur. pH meter dihidupkan dan dibiarkan agar stabil selama 15---30 menit. Elektroda dibilas dengan aquades dan dikeringkan dengan tisu. Kemudian elektroda dicelupkan pada sampel sampai diperoleh pembacaan skala yang stabil (Azizah, *et al*, 2012)

Lama fermentasi berpengaruh terhadap aktivitas antibakteri, karena semakin lama fermentasi, bakteri semakin aktif, semakin banyak jumlahnya, sehingga mempunyai kemampuan untuk memecah substrat semakin besar. Adanya akumulasi asam laktat menyebabkan penurunan pH. Asam laktat yang tinggi dan pH yang rendah mempunyai fungsi sebagai antibakteri yaitu menghambat pertumbuhan bakteri patogen. *E. coli* digunakan sebagai efek penghambatan karena merupakan bakteri patogen yang tumbuh optimum pada pH 6 -7 (Surono, 2004)

Derajat keasaman (pH) menunjukkan sifat asam atau basa pada suatu bahan. Derajat keasaman merupakan suatu ekspresi dari konsentrasi ion hidrogen, $[H^+]$ yang

besarannya dinyatakan dalam minus logaritma dari konsentrasi ion hidrogen. Faktor pH sangat berperan pada dekomposisi anaerob karena pada rentang pH yang tidak sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Pada akhirnya kondisi ini dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8—7,8 (Simamora dkk, 2006).

2.6 Jamur anaerob

Setiap jamur memerlukan tingkat kadar air dan temperatur yang spesifik untuk perkecambahan dan berkembang jamur akan menghancurkan nutrien dengan bantuan aktivitas enzimnya dan menghasilkan air yang memungkinkan peningkatan kolonisasi (Suparjo, 2010).

Dalam suasana anaerob, proses pembentukan energi yang terjadi dalam sistem metabolisme jamur *Candida albicans* terjadi melalui proses fermentasi. Fermentasi merupakan suatu proses peragian yang menimbulkan terjadinya penguraian senyawa kimia glukosa tanpa oksigen melalui proses glikolisis yang menghasilkan asam piruvat, tetapi dalam hal ini tidak berlanjut dengan siklus krebs dan transport elektron karena suasana reaksi tanpa oksigen. Asam piruvat kemudian akan diproses tanpa oksigen menjadi Asetal dehid (Fermentasi Asam Piruvat) yang menimbulkan pembentukan senyawa Alkohol dan menghasilkan gas CO₂ (Fedridwi, 2012).

Jamur ini tumbuh dari spora dengan struktur yang menyerupai benang, ada yang mempunyai dinding pemisah dan ada yang tidak. Benang secara individu disebut hifa, dan massa benang yang luas disebut miselium. Miselium adalah struktur yang berpengaruh dalam absorpsi nutrisi secara terus-menerus sehingga cendawan

dapat tumbuh dan pada akhirnya menghasilkan hifa yang khusus menghasilkan spora reproduktif (Saragih, 2009).

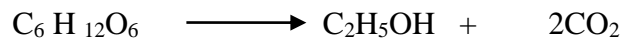
Jamur *Fusarium* sp dapat tumbuh dengan baik pada bermacam-macam media agar terutama media yang mengandung ekstrak sayuran. Tahap pertumbuhan awal miselium tidak berwarna, semakin tua warnanya akan semakin krem, hingga koloni tampak mempunyai benang. Pada miselium yang lebih tua terbentuk klamidospora yang berdinding tebal. Jamur membentuk banyak mikrokonidium bersel satu, tidak berwarna, lonjong atau bulat telur, $6-15 \times 2,5-4 \mu\text{m}$, makrokonidium lebih jarang, berbentuk kumparan, tidak berwarna, kebanyakan bersekat dua atau tiga, berukuran $25-33 \times 3,5-5,5 \mu\text{m}$ (Semangun, 2001).

Jamur memerlukan oksigen untuk hidupnya (bersifat aerobik). Habitat (tempat hidup) jamur terdapat pada air dan tanah. Cara hidupnya bebas atau bersimbiosis, tumbuh sebagai saprofit atau parasit pada tanaman, hewan dan manusia (Sumarsih, 2003).

Jamur mendapatkan makanan secara heterotrof dengan mengambil makanan dari bahan organik. Bahan organik disekitar tempat tumbuhnya diubah menjadi molekul sederhana dan diserap langsung oleh hifa, oleh karena itu jamur tidak seperti organisme heterotrof lainnya yang menelan makanan kemudian mencernanya sebelum diserap (Iswanto, 2009).

Khamir adalah organisme uniseluler yang bereproduksi secara aseksual dengan spora. Khamir mempunyai peran penting dalam industri pangan dengan memproduksi enzim yang membantu terjadinya reaksi kimia seperti pembentukan alkohol sebagai metabolit primer maupun senyawa antibakteri sebagai metabolit

sekunder. Khamir juga mempunyai peran penting pada fermentasi produk dari susu, karena menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan mikroba lain seperti asam amino, vitamin, dan mengkondisikan pH. Pada proses fermentasi anaerob khamir memecah glukosa menjadialkohol dan karbondioksida sebagai berikut:



Glukosa alcohol karbondioksida

Sebagian besar khamir memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya. Selain oksigen, substrat yang utama dari khamir adalah gula. Khamir menghasilkan etil alkohol dan karbondioksida dari gula sederhana seperti glukosa dan fruktosa. Khamir pada umumnya toleran terhadap asam dan dapat tumbuh pada pH 4,0 – 4,5, selain itu rentang suhu pertumbuhan khamir sangat luas yaitu dari 0°C – 50°C, dengan suhu optimum 20°C – 30°C (Rahman *et al.*, 1992).

Kandungan asam asetat 1,5% hingga 3,0% kering materi dapat mengurangi pertumbuhan jamur saat silase dibuka dan diberikan kepada ternak. The acetic Konsentrasi asam dalam penelitian ini cenderung menurun dengan penambahan inokulan LAB, meskipun *Ciherang* LAB1 menghasilkan konten yang relatif sama tanpa inokulan LAB. Asam propionat pada silase bisa meningkat jika asam laktat akan dikonversi menjadi 1,2-propanediol dan selanjutnya dikonversi menjadi asam propionat oleh *L. Diolivorans* (Krooneman, dkk, 2002).

Khamir pada kefir belum banyak dipelajari dibanding dengan bakteri pada kefir. Khamir yang terdapat pada kefir antara lain *Candida kefir*. *Candida kefir* dalam bentuk aseksual adalah *Kluyveromyces marxianus* yang digunakan untuk

memproduksi enzim laktase, termasuk jenis khamir yang dapat memfermentasi laktosa (Farnworth, 2005)

